

Алгоритмы

Урок 1

Что такое алгоритм?

Алгоритм — набор инструкций, описывающих порядок действий исполнителя для достижения результата решения задачи за конечное число действий (википедия).

Типичный пример: рецепт приготовления блюда. В отличие от алгоритма для компьютера, рецепт подразумевает некоторую свободу действий и пространство для импровизации. Компьютерный алгоритм должен быть четко описан и четко выполнен.

Программа ≠ алгоритм.

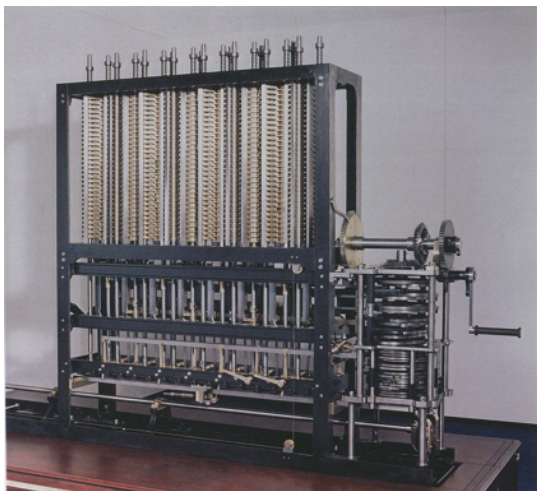
Программа существует и выполняется в компьютере и может использовать алгоритмы для реального решения задач.

Алгоритм — абстрактное понятие, описание идеи (вроде математической теории).

Нас интересует не сложность конкретной задачи, а рост сложности. Как сильно увеличится количество работы с увеличением входных данных?

Пример линейного роста: красить стену. В два раза больше площади — в два раза больше времени потребуется.

Пример нелинейного роста: поиск фамилии в телефонном справочнике. Если увеличить справочник в два раза, то время поиска не увеличится в два раза (если мы используем не глупый метод поиска от начала до конца).



Немного истории

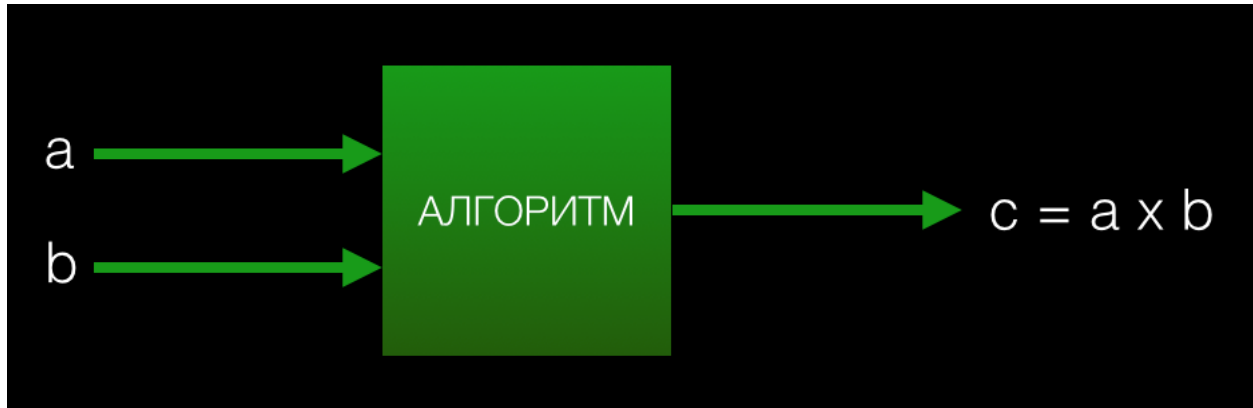
825 г., Абу Абдуллах Мухаммед ибн Муса аль-Хорезми, ученый из Хорезма. Слово “алгоритм” скорее всего произошло от его фамилии.

1834 г., Аналитическая машина Чарльза Бэббиджа. По задумке автора является программируемым устройством для решения целого класса вычислительных задач. Ада Лавлейс описала первые программы для аналитической машины. Графиня Лавлейс считается первым в мире программистом.

Пример алгоритма: умножение сложением

$a \times b = a + a + a \dots + a$ (b раз)

Абстракция – важное понятие в программировании и информатике. Алгоритм можно рассматривать как абстрактную коробку, которая принимает данные, производит какие-то операции и “возвращает” результат.



MULT-BY-ADD (a, b)

$c \leftarrow 0$

FOR each number from 1 to b

$c \leftarrow c + a$

RETURN c

Сортировка

Сортировка – важная задача, которая решается повсюду.

Bogosort

Глупый алгоритм сортировки, полагающийся на удачу.

BOGOSORT (A)

```
while not isSorted(A)
    shuffle(A)
```

Сортировка пузырьком (Bubble sort)

Сравниваем все соприкасающиеся пары чисел, меняем числа местами если нужно. Самые большие числа “поднимаются” (как пузырьки в сосуде воды) в верх (конец) списка.

BUBBLE-SORT (array A of n numbers)

```
for i = (n-1) to 1
    for j = 0 to (i-1)
        if A[j] > A[j + 1]
            swap A[j] with A[j+1]
```

(Видео: визуализация работы алгоритма сортировки пузырьком – <https://www.youtube.com/watch?v=Cq7SMsQBEUw>)

Анализ количества сравнений: для массива из n чисел:

$$(n-1) + (n-2) + \dots + 1$$

сравнений. Это

$$n(n-1) / 2 = n^2/2 - n/2$$

n^2 это самый “тяжелый” элемент выражения, он больше всего влияет на сумму при изменении n. Поэтому мы используем его для грубой оценки производительности алгоритма – $O(n^2)$.

Сортировка вставками (Insertion sort)

Похож на сортировку пузырьком. Составляем отсортированный массив в начале списка, добавляем по одному элементу в этот массив и находим для него нужное место.

INSERTION-SORT (list A of n numbers)

```
for i = 1 to n-1
    j = i
    while j > 0 and A[j] < A[j-1]
        swap A[j] with A[j-1]
        j = j-1
```

Худший случай, числа отсортированы в обратном порядке:
 $O(n^2)$ сравнений и перестановок

Лучший случай: числа отсортированы в правильном порядке:
 $O(n)$ сравнений и $O(1)$ перестановок

Средний случай:
 $O(n^2)$ сравнений и перестановок

(Видео: визуализация работы алгоритма сортировки вставками – <https://www.youtube.com/watch?v=8oJS1BMKE64>)

Модель вычислений RAM

- +, *, -, =, вызов, if – простая операция, 1 шаг
- циклы – комбинации простых операций
- обращение к памяти – 1 шаг

Дополнительно

Открытая лекция “Что такое алгоритмы” – <http://habrahabr.ru/post/173385/>

Ссылки

1. Визуализация алгоритмов сортировки (видео) <https://www.youtube.com/watch?v=kPRA0W1kECg>
2. Сравнительная визуализация алгоритмов сортировки <http://sorting.at/>
3. Еще одна визуализация с разными параметрами <http://www.sorting-algorithms.com/>
4. Статья про Чарльза Бэббиджа и его аналитическую машину https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%80%D0%BB%D1%8C%D0%B7_%D0%91%D1%8D%D0%B1%D0%B1%D0%B8%D0%B4%D0%B6
5. Аналитическая машина в музее компьютерной истории (+видео) <http://www.computerhistory.org/babbage/>